

УДК 577.1

О. М. Василюк, О. М. Вінниченко

Дніпропетровський національний університет

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА АКТИВНІСТЬ КАТАЛАЗИ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ НА ФОНІ ДІЇ АЦЕНІТУ

Виявлено вплив біогумусу на активність каталази в листі, коренях і зерні кукурудзи різних генотипів: гібриду першого покоління Піонер 3879 М та його чистої лінії П-346. Встановлено підвищення активності каталази у зерні кукурудзи лінії П-346 на 47–61 %, у зерні гібриду Піонер-3879 М – у 3–5 разів.

The influence of humus on catalase activity in leaves, roots and corns of *Zea mays* of different genotypes – Line P-346 and its Hybrid Pioneer 3879 M – was revealed. The catalase activity in corn of *Zea mays* was increased on 47–61 % in the Line P-346 and 3–5 times in the Hybrid Pioneer 3879 M.

Вступ

Зараз набуває великого значення застосування регуляторів росту з метою підвищення якості зерна та врожайності культур агрофітоценозу [9]. Біогумус складається на 20–25 % з органічних сполук, містить гумусові сполуки, макро- і мікроелементи, деякі ферменти. Біогумус підвищує продуктивність кукурудзи [3; 4; 5]. Вивчення впливу біогумусу при формуванні адаптації рослин в умовах забруднення поллютантами антропогенного походження (гербіцидами, важкими металами) має велике практичне значення [5]. Каталаза – складний білок-хромопротейд із геміновою групою (молекулярною масою 225–240 кДа). Це високоспецифічний фермент: діє винятково на пероксид водню [1; 10]. У каталази віднайдено п'ять ізоензимів.

Каталаза – фермент класу оксидоредуктаз, який каталізує процес розщеплення токсичного пероксиду водню на нешкідливі складові (воду та кисень). Пероксид водню утворюється при внутрішньоклітинному окисненні різних сполук при різних видах клітинного метаболізму.

Мета роботи – з'ясувати вплив біогумусу на активність каталази у листі, коренях і зерні гібриду кукурудзи першого покоління Піонер 3879 М порівняно з чистою лінією П-346 в умовах лабораторного дослідю. Вплив біогумусу на активність каталази вивчали на фоні дії ґрунтового гербіциду аценіту.

Матеріал і методи досліджень

Для роботи використовували гібрид кукурудзи першого покоління Піонер 3879 М і чисту лінію П-346, яка належить до рослин середньо-ранньої групи. Визначення активності каталази відбувається з урахуванням кількості перекису, що розкладається під дією даного ферменту, на 1 г наважки упродовж 30 хвилин [6; 10]. В умовах лабораторного дослід у розчин для пророщування додавали розчин досхогового гербіциду аценіт у концентрації 0,01 мг/мл (діючою речовиною якого є ацетохлор). Концентрація біогумусу становить 0,5 % [7]. Відбір проб проводили на третю, п'яту, сьому та одинадцяту добу пророщування. Отримані результати оброблені статистично з 5 % рівнем значущості [2; 8].

Результати та їх обговорення

Як у лінії кукурудзи, так і у гібриду в досліді із застосуванням гербіциду аценіт на третю та п'яту доби пророщування відбувалося зниження загальної активності каталази відносно контролю. Так, на п'яту добу пророщування загальна активність каталази у листі П-346 становила 23 %, у Піонер 3879 М – 46 % відносно контролю. На сьому та одинадцяту доби пророщування спостерігається підвищення активності каталази в листі Піонер 3879 М на 11–20 %. За умов комплексної дії антропогенних чинників загальна активність каталази досягала контрольних значень, тобто негативна дія аценіту нівелювалась за рахунок дії біогумусу. На п'яту, сьому та одинадцяту доби пророщування спостерігається підвищення питомої активності каталази, особливо у варіантах композиційного типу внесення препаратів (на 262–270 % у П-346 та на 10–35 % у гібриду). У варіантах із застосуванням аценіту питома активність значно перевищує контроль для рослин різних генотипів на п'яту, сьому та одинадцяту доби пророщування (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив біогумусу на активність каталази у листі проростків кукурудзи в умовах лабораторного досліді на фоні дії гербіцидів

Варіант досліді	Лінія П-346				Гібрид Піонер 3879 М			
	$E, 10^{-3} \text{ мМ } H_2O_2 / \text{г} \cdot \text{хв.}$	$C, \%$	$УЕ, 10^{-3} \text{ мМ } H_2O_2 / \text{г} \cdot \text{хв.}$	$C, \%$	$E, 10^{-3} \text{ мМ } H_2O_2 / \text{г} \cdot \text{хв.}$	$C, \%$	$УЕ, 10^{-3} \text{ мМ } H_2O_2 / \text{г} \cdot \text{хв.}$	$C, \%$
Третя доба пророщування								
1	$9,43 \pm 0,38$	–	$12,15 \pm 0,60$	–	$9,00 \pm 0,56$	–	$8,32 \pm 0,35$	–
2	$8,93 \pm 0,36$	95	$2,75 \pm 0,13$	23*	$9,23 \pm 0,41$	103	$3,80 \pm 0,15$	46*
3	$9,90 \pm 0,59$	105	$8,25 \pm 0,41$	68*	$8,93 \pm 0,35$	98	$8,22 \pm 0,37$	98*
П'ята доба пророщування								
1	$10,00 \pm 0,40$	–	$10,44 \pm 0,51$	–	$9,80 \pm 0,39$	–	$10,14 \pm 0,51$	–
2	$10,10 \pm 0,41$	101	$12,66 \pm 0,63$	121*	$10,20 \pm 0,41$	104	$8,94 \pm 0,37$	86*
3	$9,87 \pm 0,39$	99	$27,36 \pm 1,36$	262*	$9,73 \pm 0,39$	99	$12,30 \pm 0,58$	110*
Сьома доба пророщування								
1	$9,27 \pm 0,36$	–	$7,68 \pm 0,35$	–	$8,13 \pm 0,31$	–	$9,72 \pm 0,48$	–
2	$9,43 \pm 0,31$	102	$10,26 \pm 0,51$	134*	$9,73 \pm 0,39$	120*	$11,64 \pm 0,53$	120*
3	$9,93 \pm 0,36$	107*	$5,46 \pm 0,27$	71*	$7,73 \pm 0,29$	95	$12,78 \pm 0,63$	131*
Одинадцята доба пророщування								
1	$9,13 \pm 0,36$	–	$5,12 \pm 0,25$	–	$7,67 \pm 0,28$	–	$4,48 \pm 0,22$	–
2	$9,40 \pm 0,30$	103	$6,77 \pm 0,31$	132*	$8,53 \pm 0,33$	111*	$4,45 \pm 0,21$	99
3	$8,87 \pm 0,43$	97	$13,86 \pm 0,67$	270*	$8,27 \pm 0,31$	108*	$6,06 \pm 0,30$	135*

Примітки: 1 – контроль, 2 – аценіт 0,01 мг/мл, 3 – аценіт 0,01 мг/мл + біогумус 0,5 %;
* – достовірність різниці між дослідом і контролем $p < 0,05$.

У першу добу пророщування відбувається різке підвищення загальної активності каталази в коренях кукурудзи лінії П-346 при обробці аценітом на 47 % відносно контролю, а при поєднанні гербіциду та біогумусу загальна активність каталази зростала до 161 % відносно контролю. Підвищення питомої активності становить 185–402 %. У варіанті з Піонером 3879 М загальна активність каталази набувала підвищеної активності майже у п'ять разів, тоді як композиція з гербіциду та біогумусу сприяла зниженню активності ензиму, але абсолютний показник перевищував контроль майже втричі. Підвищення питомої активності становить 279–977 %. Третя доба пророщування характеризується значним інгібуванням як загальної, так і питомої активності каталази у коренях кукурудзи для всіх варіантів дослідів (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив гербіцидів на активність каталази у коренях проростків кукурудзи в умовах лабораторного дослідів

Варіант дослідів	Лінія П-346				Гібрид Піонер 3879 М			
	$E, 10^{-3} \text{ мМ}$ $H_2O_2/\Gamma^* \text{ хв.}$	$C, \%$	$УЕ, 10^{-3} \text{ мМ}$ $H_2O_2/\Gamma^* \text{ хв.}$	$C, \%$	$E, 10^{-3} \text{ мМ}$ $H_2O_2/\Gamma^* \text{ хв.}$	$C, \%$	$УЕ, 10^{-3} \text{ мМ}$ $H_2O_2/\Gamma^* \text{ хв.}$	$C, \%$
Перша доба пророщування								
1	1,41 ± 0,07	–	2,35 ± 0,11	–	1,57 ± 0,08	–	2,24 ± 0,16	–
2	2,07 ± 0,10	147*	4,37 ± 0,21	185*	9,20 ± 0,46	586*	21,90 ± 1,09	977*
3	2,27 ± 0,11	161*	9,45 ± 0,45	402*	5,13 ± 0,27	327*	6,26 ± 0,31	279*
Третя доба пророщування								
1	8,47 ± 0,33	–	17,04 ± 0,85	–	9,47 ± 0,37	–	9,06 ± 0,41	–
2	9,00 ± 0,35	106*	9,93 ± 0,48	58*	9,00 ± 0,35	95	3,24 ± 0,16	36*
3	6,90 ± 0,26	81*	8,82 ± 0,41	52*	8,40 ± 0,23	89*	2,16 ± 0,11	24*
П'ята доба пророщування								
1	9,33 ± 0,37	–	12,00 ± 0,60	–	9,60 ± 0,38	–	15,00 ± 0,75	–
2	10,33 ± 0,42	111*	28,62 ± 1,43	238*	9,93 ± 0,39	103	16,62 ± 0,83	111*
3	10,00 ± 0,50	107*	11,10 ± 0,56	93	10,27 ± 0,41	107*	21,36 ± 1,05	142*
Сьома доба пророщування								
1	7,50 ± 0,28	–	6,30 ± 8,58	–	6,53 ± 0,23	–	9,36 ± 0,45	–
2	7,40 ± 0,30	98	8,58 ± 0,41	136*	8,06 ± 0,31	123*	15,42 ± 0,75	165*
3	8,13 ± 0,31	108*	11,64 ± 0,58	185*	7,96 ± 0,30	121*	9,72 ± 0,45	104
Одинадцята доба пророщування								
1	7,40 ± 0,27	–	5,88 ± 0,25	–	6,67 ± 0,23	–	6,00 ± 0,25	–
2	9,53 ± 0,38	129*	13,32 ± 0,65	227*	7,67 ± 0,28	115*	6,84 ± 0,31	114*
3	8,40 ± 0,32	114*	5,70 ± 0,25	97	8,67 ± 0,43	130*	10,80 ± 0,51	180*

Примітки: 1 – контроль, 2 – аценіт 0,01 мг/мл, 3 – аценіт 0,01 мг/мл + біогумус 0,5 %;
* – достовірність різниці між дослідом і контролем $p < 0,05$.

На подальших стадіях пророщування відбувається підвищення як загальної, так і питомої активності каталази в коренях П-346 та Піонер 3879 М. У варіанті з комплексною дією препаратів у коренях П-346 підвищення питомої активності становить 185 % на сьому добу пророщування, а в коренях Піонер 3879 М – 180 % відносно контролю на одинадцяті добу пророщування. Так, на одинадцяті добу пророщування підвищення загальної активності каталази при внесенні гербіциду у розчин з проростками П-346 та Піонер 3879 М становить 29 % та 15 % відповідно. Додавання у розчин біогумусу сприяє подальшому підвищенню загальної активності на 30 % відносно контролю у гібриду кукурудзи і на 14 % у лінії П-346.

На п'яту добу пророщування загальна активність каталази більша за контроль на 11 % у лінії П-346, тоді як у коренях гібриду Піонер 3879 М вірогідного підвищення активності відносно контролю не спостерігається. При подальшому пророщуванні на сьому добу відбувається протилежний процес, коли підвищується загальна

активність каталази у коренях гібриду Піонер 3879 М на 23 % відносно контролю, тоді як у коренях чистої лінії П-346 загальна активність каталази не збільшується.

Загальна активність каталази у зерні проростків кукурудзи самозапиленої лінії П-346 та гібриду кукурудзи Піонер 3879 М на третю та п'яту добу пророщування не відрізняється від контролю (табл. 3). Питома активність каталази знижена на 14–18 % у П-346, на 11–14 % у зерні гібриду. Крім того, спостерігаються різкі коливання активності ферменту антиоксидантного захисту каталази на сьому та одинадцяту добу пророщування рослин кукурудзи лінії П-346 та гібриду Піонер 3879 М у варіантах досліді із застосуванням гербіциду аценіт і у варіантах комплексного внесення гербіциду та біогумусу. Так, на сьому добу пророщування загальна активність каталази у зерні лінії кукурудзи П-346 вища за контроль на 24 %, тоді як у аналогічному досліді з гібридом активність каталази відносно контролю знижена на 51 %. При комплексному застосуванні аценіту та біогумусу відбувається аналогічне зниження активності для рослин кукурудзи різних генотипів.

Таблиця 3

**Вплив гербіцидів на активність каталази у зерні проростків кукурудзи
в умовах лабораторного досліді**

Варіант досліді	Лінія П-346				Гібрид Піонер 3879 М			
	$E, 10^{-3} \text{ мМ}$ $H_2O_2/\Gamma^* \text{ хв.}$	$C, \%$	$UE, 10^{-3} \text{ мМ}$ $H_2O_2/\Gamma^* \text{ хв.}$	$C, \%$	$E, 10^{-3} \text{ мМ}$ $H_2O_2/\Gamma^* \text{ хв.}$	$C, \%$	$UE, 10^{-3} \text{ мМ}$ $H_2O_2/\Gamma^* \text{ хв.}$	$C, \%$
Третя доба пророщування								
1	9,60 ± 0,38	–	15,23 ± 0,76	–	9,20 ± 0,36	–	4,02 ± 0,21	–
2	10,00 ± 0,40	104	13,18 ± 0,65	86*	9,93 ± 0,50	108*	3,60 ± 0,18	89*
3	9,60 ± 0,40	100	12,60 ± 0,63	82*	10,03 ± 0,40	109*	3,47 ± 0,17	86*
П'ята доба пророщування								
1	10,00 ± 0,48	–	16,14 ± 0,81	–	10,13 ± 0,50	–	17,46 ± 0,87	–
2	10,13 ± 0,41	101	12,84 ± 0,64	80*	9,67 ± 0,38	95	13,42 ± 0,67	77*
3	9,47 ± 0,38	95	16,56 ± 0,82	103	10,07 ± 0,40	99	13,99 ± 0,70	76*
Сьома доба пророщування								
1	7,80 ± 0,39	–	9,24 ± 0,45	–	7,73 ± 0,29	–	14,0 ± 0,70	–
2	9,67 ± 0,33	124*	10,26 ± 0,51	111	3,83 ± 0,10	49*	9,48 ± 0,47	68*
3	5,40 ± 0,27	69*	9,60 ± 0,48	103	3,87 ± 0,11	50*	8,04 ± 0,39	57*
Одинадцята доба пророщування								
1	4,00 ± 0,20	–	3,70 ± 0,19	–	4,20 ± 0,11	–	4,42 ± 0,21	–
2	4,60 ± 0,23	115*	3,56 ± 0,17	96	5,33 ± 0,17	127*	4,55 ± 0,23	103
3	5,00 ± 0,32	125*	9,60 ± 0,48	259*	1,93 ± 0,09	46*	1,61 ± 0,08	36*

Примітки: 1 – контроль, 2 – аценіт 0,01 мг/мл, 3 – аценіт 0,01 мг/мл + біогумус 0,5 %;
* – достовірність різниці між дослідом і контролем $p < 0,05$.

На одинадцяту добу пророщування активність каталази набуває підвищених значень відносно контролю для лінії П-346 і для Піонера 3879 М на 15–27 %. При комплексній дії гербіциду та біогумусу в зерні лінії П-346 відбувається підвищення активності каталази на 25 % відносно контролю, тоді як у аналогічному досліді з зерном гібриду Піонер 3879 М відбувається інгібування активності каталази відносно контролю на 54 %. Питома активність каталази значно знижена у зерні гібриду порівняно з П-346. Питома активність у П-346 вища за контроль, а у Піонера 3879 М нижча за контроль майже утричі.

Висновок

Антропогенні чинники негативно впливають на нормальний перебіг окисно-відновних реакцій у рослинних клітинах, змінюючи кількісний та якісний склад субстратного забезпечення ферментативних систем у нормі порівняно зі стресом. Ката-

лаза, як досить чутливий фермент антиоксидантного захисту, реагує на ці зміни різними коливаннями загальної активності, а зміни білкового синтезу впливають на зміну питомої активності ферменту.

Бібліографічні посилання

1. **Боечко Ф. Ф.** Основні біохімічні поняття, визначення і терміни / Ф. Ф. Боечко, Л. О. Боечко. – К.: Вища школа, 1993. – 528 с.
2. **Доспехов Б. А.** Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 336 с.
3. **Коцюбинская Н. П.** Эколого-физиологические аспекты адаптации культурных растений к антропогенным факторам среды. – Д.: Изд-во ДГУ, 1995. – 172 с.
4. **Коцюбинская Н. П.** Роль биогумуса в повышении адаптивного потенциала кукурузы к действию гербицида харнеса / Н. П. Коцюбинская, А. Н. Винниченко, В. С. Столяренко // Устойчивое развитие: загрязнение окружающей среды и экологическая безопасность. – Д.: ДГУ, 1996. – Т. 3. – С. 65–75.
5. **Коцюбинская Н. П.** Аутоэкологическая адаптация культурных растений к антропогенным условиям среды. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Д.: ДГУ, 1996. – С. 18–27.
6. **Методические рекомендации** по проведению полевых опытов с кукурузой / Под ред. Д. С. Филева. – Д.: 1980. – 54 с.
7. **Перелік** пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. – К.: Юнівест маркетинг, 2001. – 271 с.
8. **Починюк Х. Н.** Методы биохимического анализа растений. – К.: Наукова думка, 1976. – 334 с.
9. **Рокицкий П. Ф.** Биологическая статистика. – Минск: Высшая школа, 1967. – 326 с.
10. **Столяров О. В.** Влияние микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество семян сои // Зерновые культуры. – 2001. – № 3. – С. 26–28.

Надійшла до редколегії 11.01.06.

УДК 678.083+577.158+581.45+634.942

Е. Н. Виноградова, И. И. Коршиков

Донецкий ботанический сад НАН Украины

УСТОЙЧИВОСТЬ К МЕДИ *IN VITRO* ПЕРОКСИДАЗЫ ЛИСТЬЕВ *POPULUS DELTOIDES* ИЗ НАСАЖДЕНИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДОНБАССА

In vitro визначали вплив градієнта концентрацій іонів міді на активність пероксидази, виділеної з листків рослин *Populus deltoides* Marsh., що ростуть поряд із металургійним і ртутним комбінатами та цинковим заводом в умовах міського скверу Донбасу. Виявлено вищу стійкість до інгібуючої дії Cu^{2+} пероксидази листків рослин промислових насаджень.

Influence of copper ions concentration gradient on the activity of peroxidase prepared from *Populus deltoides* Marsh. leaves was studied *in vitro* for plants growing near the mercury combine and zinc factory of Donbass and in a city square. Leaf peroxidase of plants from industrial territories was shown to be more resistant to Cu^{2+} inhibiting action.

Введение

В различных геохимических провинциях, почвы которых в различной степени обогащены тяжелыми металлами, и в условиях техногенных экотопов с загрязненными почвогрунтами и субстратами (отвалы горнорудных производств) формируются устойчивые популяции травянистых растений [1; 7; 8; 13]. В экстремальных усло-

© Е. Н. Виноградова, И. И. Коршиков, 2006